

**О. В. Лукашёв, Н. В. Жуковская, Н. Г. Лукашёва**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь*

## **СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕК И ОЗЁР БЕЛАРУСИ**

База геоданных (БГД) – совокупность географических наборов данных различных типов, используемых в ArcGIS и хранящихся в общей папке файловой системы – базе данных Microsoft Access, или многопользовательской реляционной базе данных (такой как Oracle, Microsoft SQL Server, PostgreSQL, Informix, или IBM DB2).

Использование БГД обеспечивает не только быстрый доступ и эффективную работу с хранящимися с ее помощью данными, но и позволяет задавать правила и отношения внутри хранилища, определяющие поведение пространственно взаимосвязанных географических объектов и объектных классов и поддерживающие целостность данных.

БГД содержит три основных типа наборов данных: классы пространственных объектов; растровые наборы данных; непространственные таблицы.

Структура БГД была разработана на основе приложения ГИС ArcGIS 9.3 – ArcCatalog (рис. 1). В качестве базовой принята географическая система координат WGS 1984.

В 2014 г. в базу данных были помещены результаты опробования современных донных отложений рек, проводившегося под руководством О. В. Лукашёва: в 2004–2005 гг. (гг. Полоцк, Бобруйск, Осиповичское водохранилище), в 2011–2013 гг. (30 промышленных населённых пунктов Беларуси), в 2014 г. (гг. Минск, Брест, Гомель, Гродно, Могилев); а также результаты опробования донных отложений 256 озёр (материалы научного архива О. В. Лукашёва).

Таким образом, в настоящий момент БГД «Химическое загрязнение рек и озёр Беларуси» включает в себя следующие компоненты: – растровый каталог, объединяющий растры исходных данных (топографические карты и космоснимки районов исследования);



*Рис. 1. Общая структура БГД химического загрязнения рек и озёр Беларуси*

– набор классов пространственных объектов «Base», представляющий собой векторную пространственную основу и содержащий следующие классы пространственных объектов: «admin» – границы Республики Беларусь, областей и

районов; «settlement» – населенные пункты; «roads» – дороги; «rivers» – реки и каналы; «lakes» – озера и водохранилища; «geochemical\_province» – границы литогеохимических провинций. Векторная пространственная основа создана на базе данных OpenStreetMap [Данные..., 2015]. Данный набор классов включает также класс отношений «array b», управляющий связями между объектами в классе «lakes» и результатами геохимического анализа сапропелей (рис. 2).

Атрибуты lakes

OBJEC	Shape *	OSM ID	NAME *	WATERWAY	LANDUSE	SOURCE	Shape Length	Shape Area
7244	Полигон	2519597	Нерыб				0,026988	0,000045
7330	Полигон	2519627	Несино				0,054559	0,000059
7522	Полигон	2519724	Несито				0,037901	0,000073
160	Полигон	-300880	Несьяши				0,205693	0,000067
6857	Полигон	2519471	Нечвора				0,026755	0,000027
145	Полигон	-391126	Нещердо				0,636087	0,004025
10369	Полигон	1192868	Нижний пруд				0,019156	0,000008
7348	Полигон	2519635	Низголовье				0,033298	0,000065
7714	Полигон	2519907	Нища				0,118958	0,000135
8028	Полигон	2553689	Нища				0,01098	0,000003

Запись: 10011 Показать: Все Выбранные записи (1 из 10686 Выбранные) Опции

Атрибуты array\_b\_sediment

OBJECTID	id sediment	name *	district	type	Be	Ti	V	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Sr	Y	Zr
93	93	Мещское	Полоцкий	Кремнез.	1,01	10	30	100	0	30	0	30	500	70	10	150
94	94	Нещердо	Россоносский	Кремнез.	1,5	10	15	50	0	10	0	30	100	70	30	150
95	95	Нещердо	Россоносский	Кремнез.	2	10	70	30	0	20	0	20	100	100	50	150
96	96	Нещердо	Россоносский	Кремнез.	1,01	10	10	50	0	30	0	30	70	20	30	100
97	97	Нещердо	Россоносский	Кремнез.	3	10	20	70	0	20	0	50	300	50	30	150
98	98	Нещердо	Россоносский	Кремнез.	2	10	15	50	0	15	0	50	100	50	30	200
99	99	Нещердо	Россоносский	Кремнез.	1,01	10	15	50	0	30	0	70	150	70	50	100
100	100	Нещердо	Россоносский	Кремнез.	3	10	15	50	0	10	0	70	300	100	50	200
101	101	Новята	Браславский	Кремнез.	1,01	150	30	30	0	15	0	20	50	300	30	200
102	102	Новята	Браславский	Кремнез.	1,01	200	20	50	0	10	0	15	30	50	20	100

Запись: 0 Показать: Все Выбранные записи (7 из 215 Выбранные) Опции

Рис. 2. Схематическое представление класса отношений «array b»

– класс пространственных объектов «Enterprises» – промышленные предприятия, описывающий местоположение и отраслевую принадлежность предприятий. Включает данные о возможных элементах-загрязнителях в стоках;

– набор классов пространственных объектов «Sampling» состоящий из пяти точечных классов пространственных объектов (Sampling\_points\_array1, Sampling\_BBZ\_A2\_2009, Sampling\_Polotsk\_A3\_2004, Sampling\_Bobruisk\_A4\_2004, Sampling\_Osipovich\_A5\_2004). Класс пространственных объектов объединяет точки опробования, осуществлявшегося в рамках отдельной НИР. Каждый класс пространственных объектов данного набора имеет одинаковую структуру атрибутивной таблицы. Атрибутивная таблица содержит ключевое поле «number1», куда заносится уникальный (авторский) номер геохимической пробы. Другие поля содержат следующие информационно-справочные данные: индекс массива геохимических проб, дату отбора, координаты в форме десятичных градусов международной геоцентрической системы координат WGS84, тип водотока (река, ручей и т. д.), название водотока, фации донных отложений. Также в данный набор классов пространственных объектов входят классы отношений, связывающие точки опробования с результатами геохимического анализа (классы отношений «array», рисунок) и данными о геохимическом массиве проб (классы отношений «info») (рис. 3);

– Таблица «info\_array», характеризующая отдельные массивы геохимических проб. Таблица имеет ключевое поле «array» – индекс массива, содержащее уникальный номер массива. Другие поля содержат следующие информационно-справочные данные (табл. 1).

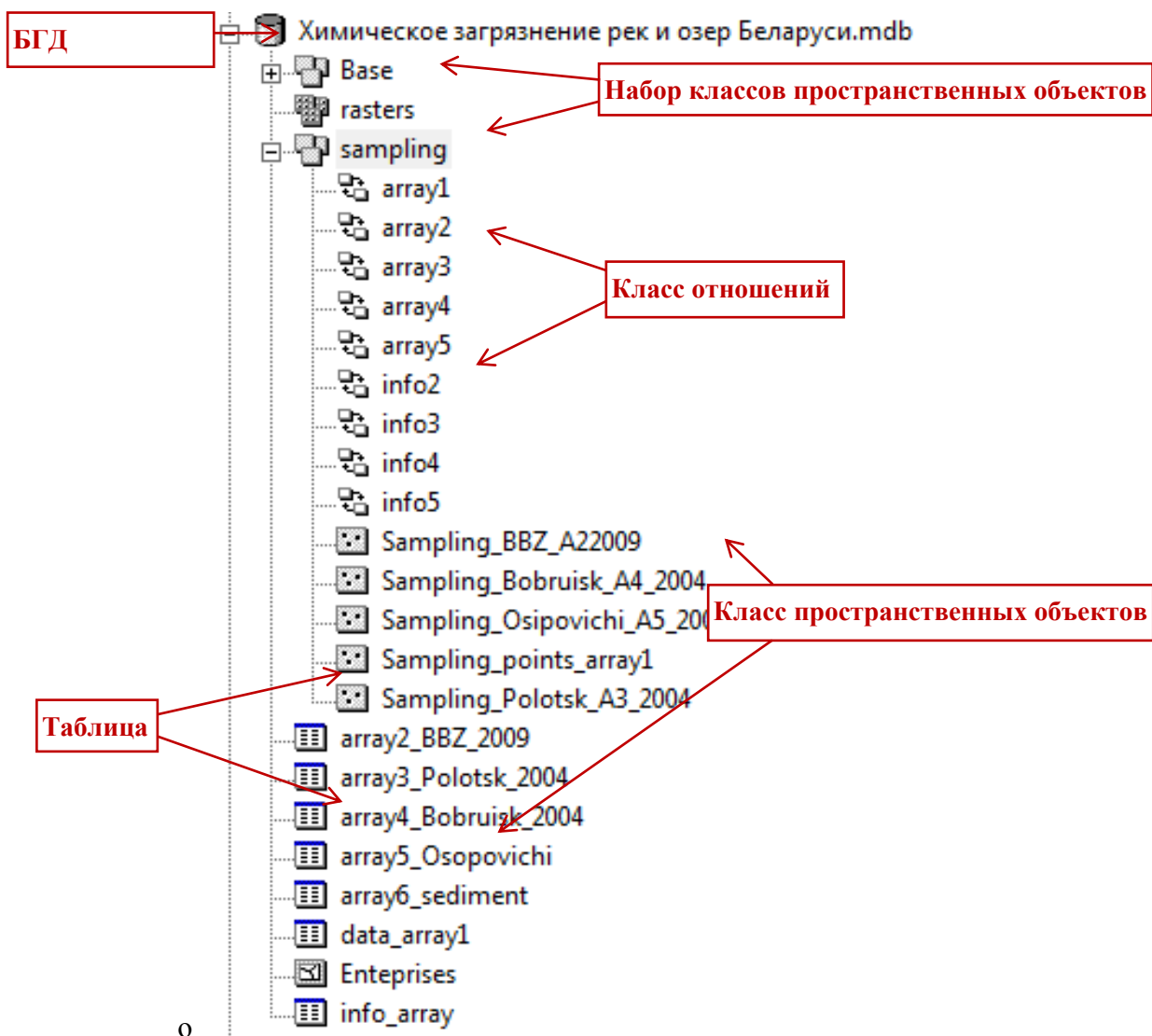


Рис. 3. Структура БГД химического загрязнения рек и озёр Беларуси в окне каталога ArcCatalog

В качестве примера приведены пункты таблицы, характеризующие массив геохимических проб, полученных в рамках научно-исследовательской работы «Оценить современное эколого-геохимическое состояние Осиповичского водохранилища на основе изучения его донных отложений и гидробионтов» (табл. 2)

– Результаты геохимического (спектрального) анализа сгруппированные в виде отдельных таблиц по массивам геохимических проб, имеющих следующую структуру (табл. 3).

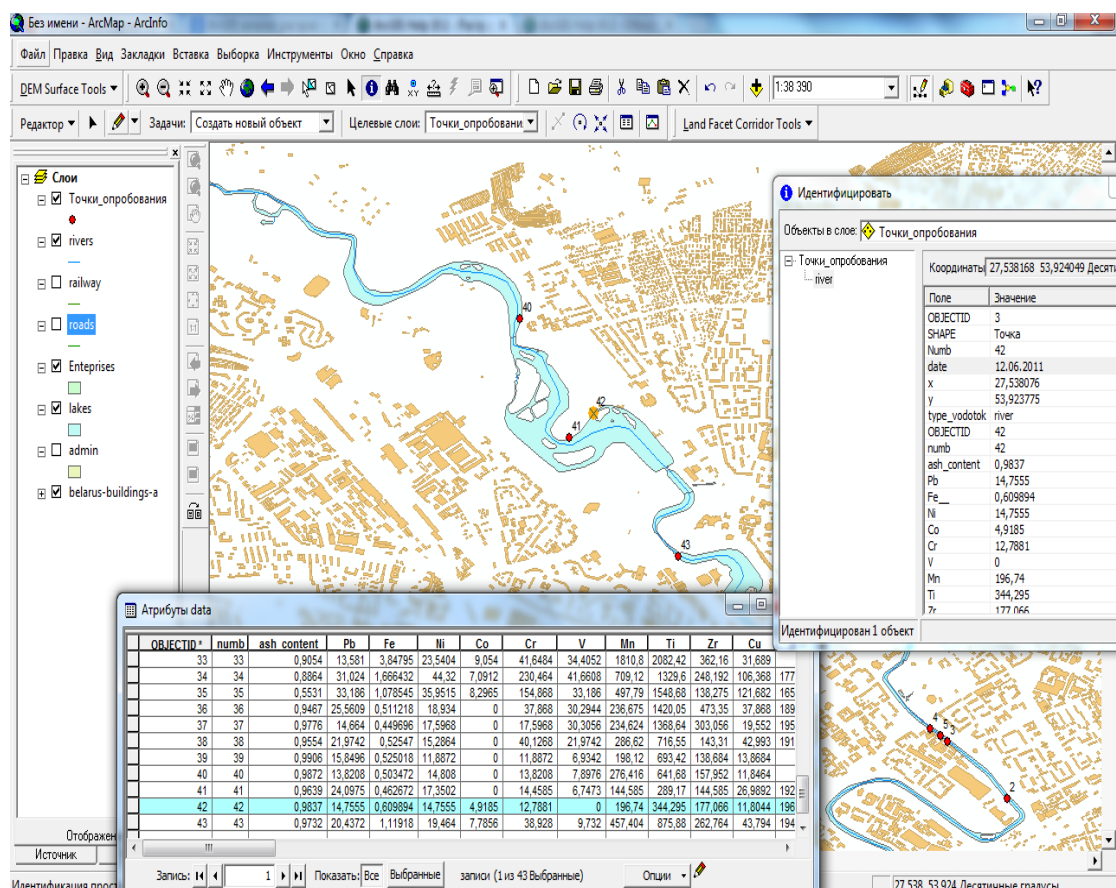


Рис. 4 – Пример отражения данных создаваемой базы на мониторе компьютера

Таблица 1 – Структура таблицы «Общая характеристика массива геохимических проб»

№	Имя поля	Тип поля	Описание
1	array	text	Индекс массива
2	NGR	long integer	Номер государственной регистрации
3	project	text	Тема НИР, в рамках которой были отобраны и проанализированы геохимические пробы, входящие в данный массив
4	author	text	ФИО ответственного исполнителя работ
5	georef	text	Географическая привязка
6	year	Shortinteger	Год проведения исследований
7	n_samples	Shortinteger	Количество проб в массиве
8	list	text	Перечень анализируемых элементов
9	method	text	Метод анализа

Созданная в среде ArcGIS БГД позволяет не только осуществлять сбор и хранение данных, но и проводить различные виды анализа. В их числе: выборка объектов по признакам, первичная статистическая обработка данных и их классификация, тематическое наложение слоев, что способствует выявлению возможных источников химических элементов (природные, техногенные и др.) и путей их поступления в окружающую среду (рис. 4).

Таблица 2 – Общая характеристика массива геохимических проб «Осиповичи»

array	A5
NGR	2004787
project	Оценить современное эколого-геохимическое состояние Осиповичского водохранилища на основе изучения его донных отложений и гидробионтов
author	О. В. Лукашёв
georef	Осиповичское водохранилище; река Свислочь
year	2004
n_samples	30
list	Be, P, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, Sn, Ba, Yb, Pb
method	эмиссионный спектральный метод (ЭСА)

Таблица 3 – Структура таблицы «Результаты геохимического анализа проб»

№ поля	Имя поля	Тип поля	Описание
1	array	text	Индекс массива геохимических проб
2	N_point	Short integer	Номер точки опробования (авторский)
3	date	date	Дата опробования
4	ash_content	Float	Зольность, %
5	Be	Float	Содержание бериллия, мг/кг сухого вещества
6	Ti	Float	Содержание титана, мг/кг сухого вещества
7	V	Float	Содержание ванадия, мг/кг сухого вещества
8	Cr	Float	Содержание хрома, мг/кг сухого вещества
9	Mn	Float	Содержание марганца, мг/кг сухого вещества
10	Fe	Float	Содержание железа, мг/кг сухого вещества
11	Ni	Float	Содержание никеля, мг/кг сухого вещества
12	Cu	Float	Содержание меди, мг/кг сухого вещества
13	Zn	Float	Содержание цинка, мг/кг сухого вещества
14	Sr	Float	Содержание стронция, мг/кг сухого вещества
15	Y	Float	Содержание иттрия, мг/кг сухого вещества
16	Zr	Float	Содержание циркония, мг/кг сухого вещества
17	Nb	Float	Содержание ниобия, мг/кг сухого вещества
18	Sn	Float	Содержание олова, мг/кг сухого вещества
19	Ba	Float	Содержание бария, мг/кг сухого вещества
20	Yb	Float	Содержание иттербия, мг/кг сухого вещества
21	Pb	Float	Содержание свинца, мг/кг сухого вещества

## Литература

Данные OSM в формате shape-файлов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://beryllium.gis-lab.info/project/osmshp/region/BY>